

4



EPO - Munich
51

28. Juni 2000

Bescheinigung

REC'D 12 JUL 2000

WIPO PCT

Die MAP Medizintechnik für Arzt und Patient GmbH & Co KG in Martinsried/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

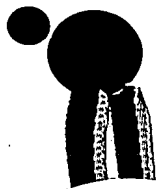
"Vorrichtung zur Zufuhr eines Atemgases unter Überdruck"

als Zusatz zur Patentanmeldung 199 20 433.0

am 5. August 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole A 61 M und A 62 B der Internationalen Patentklassifikation erhalten.



München, den 29. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Dzierzon

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Aktenzeichen: 199 36 505.9

Vorrichtung zur Zufuhr eines Atemgases unter Überdruck

10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zufuhr eines Atemgases zu einem Patienten unter Überdruck. Die vorliegende Anmeldung ist eine Zusatzanmeldung zur deutschen Patentanmeldung 199 20 433.0.

Wie bereits in der Stammanmeldung angegeben, finden Vorrichtungen der eingangs genannten Art insbesondere Anwendungen bei der Therapie von schlafbezogenen Atmungsstörungen. Abweichend von den im allgemeinen nur kurzzeitig beispielsweise zur Zufuhr eines Anästhesiegases insbesondere im OP-Bereich verwendeten Beatmungsgeräten wird bei Schlaftherapie-Beatmungsgeräten angestrebt, das Atemgas in einer Weise zuzuführen, die seitens des Patienten nicht nur im Wachzustand subjektiv als angenehm empfunden wird, sondern auch im Schlafzustand unter physiologischen Gesichtspunkten günstig ist. Wie bereits in der Stammanmeldung dargelegt, wird üblicherweise bei CPAP-Beatmungsgeräten der Beatmungsdruck über eine Regeleinrichtung geregelt. Hierzu kann, wie aus DE-37 32 475 oder FR-2,663,547 bekannt, der durch das Beatmungsgerät erzeugte Beatmungsdruck durch einen bis an den Patienten herangeführten Kontrollschlauch gemessen werden. Bei der Verwendung von Beatmungsmasken werden derartige Kontrollschläuche üblicherweise in den Beatmungsschlauch eingeschoben und münden unmittelbar in die Atemmaske.

Wie in der Stammanmeldung beschrieben, besteht bei diesen herkömmlichen Beatmungsgeräten das Problem eines u.U. erheblichen Kondensateintrages sowohl in den Beatmungsschlauch als auch in den Kontrollschlauch, wodurch die Erfassung des Druckes in der Atemmaske beeinträchtigt wird.

Der vorliegenden Zusatz-Patentanmeldung liegt in gleicher Weise wie der Stammanmeldung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Zufuhr eines Atemgases zu einem Patienten zu schaffen, die sich durch eine hohe Präzision der Steuerung des Beatmungsdruckes sowie durch einen vergleichsweise geringen respiratorischen Widerstand auszeichnet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

5 Dadurch wird es auf vorteilhafte Weise möglich, den Beatmungsdruck in einem noch geringeren Toleranzbereich auf einen entsprechend vorgewählten Sollwert einzustellen. Auf den gem. FR-2,663,547 vorgeschlagenen, in die Maske geführten Kontrollschlauch kann vollständig verzichtet werden. Hierdurch wird eine größere effektive Querschnittsfäche des Atemgaszufuhrschlauches erreicht.

10

Gem. einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, daß diese auf Grundlage der hinsichtlich des Atemgasflusses indikativen Signale ein zwischen der Drucksignalabgriffsstelle und dem atemmaskenseitigen Ende des Beatmungsschlauches entstehendes Druckgefälle ermittelt. Die Richtung dieses Druckgefälles
15 hängt von der momentanen Strömungsrichtung des Atemgases in dem Beatmungsschlauch ab.

In besonders vorteilhafter Weise ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, daß diese den seitens der Atemgasfördereinrichtung bereitgestellten Beatmungsdruck im Rahmen eines
20 Inspirationsvorganges auf einen entsprechend dem erwarteten Druckabfall höheren Druckpegel einstellt.

Für einen Expirationsvorgang wird seitens der Steuereinrichtung der durch die Fördereinrichtung erzeugte Atemgasdruck auf einen entsprechend verminderten Druckpegel
25 eingestellt. Gem. einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Einrichtung zur Erzeugung der hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signale im Bereich der Gebläseeinrichtung angeordnet, vorzugsweise in das CPAP-Gerät integriert. Die derart gewonnenen Meßsignale können hierbei auf günstige Weise unmittelbar in eine auf einer entsprechenden Steuerungsplatine vorgesehene Schaltung geleitet werden.

30

Eine besonders zuverlässige und hinsichtlich der präzisen Erfassung des momentanen Atemgasstromes vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gegeben, daß die Einrichtung zur Erzeugung der hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signale als Staudrucker-

fassungseinrichtung ausgebildet ist. Diese Staudruckfassungseinrichtung umfaßt gem. einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine erste, der Atemgasförderrichtung entgegengerichtete Staudruckabgriffsöffnung und eine in Atemgasförderrichtung weisende zweite Staudruckabgriffsöffnung. Die hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signale können vorzugsweise durch eine Differenzdruckmessung zwischen den im Bereich der jeweiligen Staudruckabgriffsöffnungen herrschenden Drücken ermittelt werden. Gem. einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind jedoch die beiden Staudruckabgriffsöffnungen über eine Leitungseinrichtung verbunden, wobei in diese Leitungseinrichtung eine Meßanordnung zur Erfassung der in der Leitungseinrichtung herrschenden Strömung, vorgesehen ist.

10

Alternativ zu einer derartigen Gewinnung der hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signale ist es auch möglich, diese Signale durch eine Meßanordnung zu erzeugen, die einen Meßkanalabschnitt mit einer definierten Kanalverengung aufweist. Vorzugsweise befindet sich innerhalb des verengten Kanalabschnittes sowie unmittelbar davor oder danach jeweils eine Druckabgriffsstelle. Die an den jeweiligen Abgriffsstellen herrschenden Drücke werden gem. einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mittels einer Differenzdruck-Erfassungseinrichtung erfaßt und unter Berücksichtigung einer für diese Meßanordnung ermittelten Kennlinie ausgewertet.

15

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform in Verbindung mit der Zeichnung. Es zeigen:

20

Fig. 1: eine vereinfachte Prinzipskizze zur Erläuterung einer bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorgesehenen Meßanordnung;

25

Fig. 2: eine vereinfachte Schnittansicht einer zu der gem. Fig. 1 gezeigten Meßanordnung alternativen Meßanordnung;

Fig. 3: eine vereinfachte Schnittansicht durch ein CPAP-Gerät mit einer Meßanordnung gem.

30

Fig. 1.

Die in Fig. 1 gezeigte Meßanordnung zu einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in ein CPAP-Gerät integriert.

Bei der gezeigten Meßanordnung ist ein erstes Staudruckabgriffselement 1 und ein zweites Staudruckabgriffselement 2 vorgesehen, die bei der hier gezeigten Ausführungsform über eine Meßleitung 3a und 3b miteinander verbunden sind. In der Meßleitung 3a, 3b ist eine Volumenstromerfassungseinrichtung 4 vorgesehen, über welche der durch die Meßleitung 3a, 3b fließende Gasstrom erfaßt wird. Auf Grundlage dieses derart erfaßten Volumenstromes kann der Atemgasstrom V in der Atemgasleitung 5 ermittelt werden.

Alternativ zu der gezeigten Volumenstromerfassungseinrichtung 4 ist es auch möglich, hier eine Differenzdruckerfassungseinrichtung vorzusehen und damit lediglich den Differenzdruck zwischen den durch die Staudruckabgriffselemente 1 und 2 ermittelten Druckpegeln zu erfassen.

Die Staudruckabgriffselemente 1 und 2 sind bei der hier dargestellten Ausführungsform durch zwei Rohrstutzen gebildet, die jeweils im wesentlichen senkrecht zu einer Längsmittelachse 6 der Atemgasleitung 5 ausgerichtet sind und sich nahe der Innenwandung der Atemgasleitung erstrecken. Das erste Staudruckabgriffselement 1 weist eine erste Druckabgriffsöffnung 7a auf, die sich auf einem stromaufwärts weisenden Seitenwandungsabschnitt des Staudruckabgriffselementes 1 befindet.

Eine an dem zweiten Staudruckabgriffselement 2 vorgesehene zweite Druckabgriffsöffnung 7b befindet sich auf einem stromabwärts gewandten Seitenflächenabschnitt des Staudruckabgriffselementes 2. Die beschriebenen Staudruckabgriffselemente 1 und 2 können alternativ auch in ein einziges Meßorgan integriert sein.

Stromabwärts der durch die Staudruckabgriffselemente 1 und 2 gebildeten Einrichtung zur Erzeugung von hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signalen befindet sich eine Druckabgriffsstelle 8 zur Erfassung des statischen Druckes innerhalb der Atemgasleitung 5. Bei der Verwendung eines Atemgasbefeuchters zur Bereitstellung eines befeuchteten Atemgases befindet sich diese Druckabgriffsstelle vorzugsweise unmittelbar in Strömungsrichtung nach diesem Atemgasbefeuchter.

Die Druckabgriffsstelle 8 ist bei der hier gezeigten Ausführungsform über eine dünne Schlauchleitung 9 an einen Meßwertumformer 10 angeschlossen. Dieser Meßwertumformer 10 steht über eine Datenleitung 11 mit einer Steuereinrichtung 12 in Verbindung. Dieser Steuereinrichtung 12 werden ferner die seitens der Volumenstromerfassungseinrichtung hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signale über eine weitere Meßleitung 14 zugeführt.

Die über die Meßleitung 11 und die Meßleitung 14 der Steuereinrichtung 12 zugeführten Signale werden in der Steuereinrichtung 12 gemeinsam bei der Regelung der Förderleistung eines Gebläses, insbesondere der Steuerung der Drehzahl des Gebläses berücksichtigt. Die Steuereinrichtung umfaßt hierzu in vorteilhafter Weise wenigstens eine Speichereinrichtung, in welcher eine vorbestimmte Auswertungsprozedur sowie insbesondere auch nichtlineare Zusammenhänge zwischen Atemgasstrom und Druckabfall gespeichert sind.

Die in der Speichereinrichtung gespeicherten bzw. die in der Steuereinrichtung implementierten Regelprozeduren sind vorzugsweise veränderbar, insbesondere über eine Schnittstelleneinrichtung. Vorzugsweise ist die Speichereinrichtung zumindest teilweise durch eine auswechselbare Speicherkarte gebildet.

Alternativ zu der vorangehend beschriebenen Anordnung zur Erfassung der hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signale ist es auch möglich, diese Signale durch eine in Fig. 2 vereinfacht dargestellte Meßanordnung zu gewinnen. Bei der in Fig. 2 gezeigten Meßanordnung ist in der Atemgasleitung 5 eine Engstelle 15 ausgebildet, durch welche eine definierte Verengung des Durchgangsquerschnittes der Atemgasleitung 5 erreicht wird. Über eine erste Druckabgriffsstelle 16 wird bei der gezeigten Ausführungsform der Druck in der Atemgasleitung 5 in einem Bereich unmittelbar vor der Engstelle 15 erfaßt. Über eine zweite Druckabgriffsstelle 17 kann der statische Druck im Bereich der Engstelle 15 ermittelt werden.

Die an den beiden Druckabgriffsstellen 16 und 17 abgegriffenen Pegel können analog zu der in Fig. 1 gezeigten Meßanordnung einem Meßwertumformer 10' zugeführt werden, über welchen wiederum die hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signale erzeugt werden. Es ist möglich, bereits über diesen Meßwertumformer etwaige Nichtlinearitäten der beschriebenen Meßanordnung zu kompensieren. Auch die in Fig. 2 beschriebene Meßanordnung befindet

sich in vorteilhafter Weise in unmittelbarer Nähe einer Gebläseeinrichtung im Inneren eines CPAP-Gerätes.

In Fig. 3 ist ein derartiges CPAP-Gerät dargestellt, welches eine hier durch eine Gebläse-
5 einrichtung 18 gebildete Atemgasfördereinrichtung aufweist. Die Förderleistung der Gebläse-
einrichtung insbesondere die Drehzahl eines Laufrades der Gebläseeinrichtung wird über die
hier nur vereinfacht dargestellte Steuereinrichtung 12 gesteuert. Die Drehzahl des Laufrades
wird hierbei über die Steuereinrichtung sowohl unter Berücksichtigung des Atemgasstromes
als auch in Abhängigkeit von dem vorzugsweise noch innerhalb eines CPAP-Gerätes abgegrif-
10 fenen oder noch in Nähe des CPAP-Gerätes abgegriffenen statischen Druck innerhalb der
Atemgasleitung gesteuert. Zur Erfassung der hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen
Signale ist bei dem hier vereinfacht dargestellten Gerät eine Staudruckerfassungseinrichtung
vorgesehen, die in ihrem Aufbau im wesentlichen der vorangehend in Verbindung mit Fig. 1
beschriebenen Staudruckerfassungseinrichtung entspricht. Bei der hier gezeigten
15 Ausführungsform ist abweichend von der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform der
Drucksensor zur Erfassung des Druckes innerhalb der Atemgasleitung 5 durch einen
elektronischen Drucksensor gebildet, der unmittelbar d.h., ohne Zwischenschaltung des gem.
Fig. 1 vorgesehenen Meßwertumformers 10 an die Steuereinrichtung 12 angeschlossen ist. Bei
der Verwendung einer dem eigentlichen CPAP-Gerät nachgeschalteten
20 Atemgasbefeuchtungsvorrichtung ist es möglich, die Druckabgriffsstelle zur Ermittlung des
innerhalb der Atemgasleitung herrschenden Druckes unmittelbar nach der
Atemgasbefeuchtungsvorrichtung vorzusehen. Ggf. ist hierzu ein weiterer Meßwertumformer
vorgesehen, der wahlweise über einen kurzen Verbindungsschlauch mit einem der
Befeuchtungseinrichtung abfolgenden Bereich der Atemgasleitung koppelbar ist.

25 Die Steuereinrichtung 12 ist derart ausgebildet, daß diese zur Berücksichtigung des momen-
tanen Atemgasstromes den Druckabfall zwischen der Druckabgriffsstelle 8 und dem masken-
seitigen Ende des Beatmungsschlauches kompensiert. Dadurch wird es möglich, auf den bis-
lang erforderlichen, üblicherweise innerhalb des Beatmungsschlauches geführten Druck-
30 meßschlauch zu verzichten. Hierdurch wird ein deutlich verringerter Atmungswiderstand
sowie eine vereinfachte Reinigung des Beatmungsschlauches erreicht.

Das Übertragungsverhalten der der Druckabgriffsstelle 8 abfolgenden Schlauchleitung wird innerhalb der Steuereinrichtung 12 durch entsprechende Kennfelder berücksichtigt. Das Übertragungsverhalten dieser Meßstrecke wird im wesentlichen durch den Querschnitt des Atemgasschlauches und die Länge des Atemgasschlauches bestimmt. Mit der beschriebenen Anordnung kann der innerhalb einer Beatmungsmaske herrschende Druck in einem extrem geringen Toleranzbereich eingestellt werden.

Die Regelung erfolgt hierbei unter der Zielsetzung, daß gilt :

$$p_{\text{stat}} + v^2 \rho / 2 + v^2 \xi + Y_{(dp/dt)} = p_{\text{soll}}(t)$$

Wobei:

p_{stat}	=	statischer Druck an der Druckabgriffsstelle;
ρ	=	Dichte des Atemgases;
v	=	Geschwindigkeit des Atemgases im Bereich der Druckabgriffsstelle;
ξ	=	Widerstandsbeiwert der Atemgasleitung im Bereich zwischen der Druckabgriffsstelle und der Mündung zur Maske ggf. aus Kennfeld;
$p_{\text{soll}}(t)$	=	momentaner statischer Solldruckpegel im Bereich der Atemmaske;
Y	=	Korrekturbeiwert für das Druckspeicherverhalten der Atemgasleitung;

5 Patentansprüche

- 10 1. Vorrichtung zur Zufuhr eines Atemgases mit:
einer Gebläseeinrichtung (18) zur Förderung des Atemgases, einer Atemgasleitung zur Zufuhr
des Atemgases von der Gebläseeinrichtung zur einer Atemmaske, einer ersten Einrichtung zur
Erzeugung hinsichtlich des Atemgasstromes indikativer Signale,
einer zweiten Einrichtung (8, 9, 10) zur Erzeugung hinsichtlich des Atemgasdruckes indikativer
Signale,
einer Steuereinrichtung (12) zur Steuerung der Gebläseeinrichtung (18) auf Grundlage
sowohl der bzgl. des Atemgasstromes als auch der bezüglich des Atemgasdruckes indikativen
Signale.
- 20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, daß diese auf
Grundlage der hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen Signale ein zwischen einer
Druckabgriffstelle (8) und einem atemmaskenseitigen Ende des Beatmungsschlauches
entstehendes Druckgefälle berücksichtigt.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (12) im Rahmen eines
Inspirationsvorganges den seitens der Fördereinrichtung (18) erzeugten Förderdruck auf einen
entsprechend dem entlang der Atemgasleitung erwarteten Druckabfall höheren Druckpegel
30 einstellt.
4. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (12) im Rahmen eines Expirationsvorganges
den seitens der Fördereinrichtung erzeugten Druck auf einen entsprechend dem entlang der
35 Atemgasleitung erwarteten Druckabfall verminderten Druckpegel einstellt.

5. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Erzeugung der hinsichtlich des
Atemgasstromes indikativen Signale im Bereich der Gebläseeinrichtung (18) angeordnet ist.
- 5 6. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Erzeugung der hinsichtlich des
Atemgasstromes indikativen Signale eine Staudruckerfassungseinrichtung aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
10 dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Erzeugung der hinsichtlich des
Atemgasstromes indikativen Signale eine der Atemgasförderrichtung entgegengerichtete erste
Staudruckabgriffsöffnung (7a) und eine der Atemgasförderrichtung abgewandte zweite
Staudruckabgriffsöffnung (7b) aufweist.
- 15 8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Staudruckabgriffsöffnungen (7a, 7b) über eine
Leitungseinrichtung (3a, 3b) verbunden sind, und daß eine Strömungsmeßeinrichtung (4)
vorgesehen ist, zur Messung des Stromes in der Leitungseinrichtung (3a, 3b).
- 20 9. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Differenzdruckmeßeinrichtung vorgesehen ist, zur Meßung
einer Druckdifferenz zwischen der ersten und der zweiten Staudruckabgriffsöffnung (7a, 7b).
- 10 10. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Erzeugung hinsichtlich des Atemgasstromes
indikativer Signale einen Meßkanalabschnitt mit einer definierten Leitungsverengung (15)
aufweist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
30 dadurch gekennzeichnet, daß eine Differenzdruckerfassungseinrichtung vorgesehen ist, zur
Erfassung einer Druckdifferenz zwischen einer Druckabgriffsstelle im Bereich der Engstelle (15)
und einem Bereich unmittelbar vor oder nach der Engstelle (15).

12. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, daß diese den seitens der Gebläseeinrichtung erzeugte Druck derart einstellt, daß gilt:

$$p_{\text{stat}} + v^2 \rho / 2 + v^2 \xi + Y_{(dp/dt)} = p_{\text{soll}}(t)$$

Wobei:

p_{stat}	=	statischer Druck an der Druckabgriffsstelle;
ρ	=	Dichte des Atemgases;
v	=	Geschwindigkeit des Atemgases im Bereich der Druckabgriffsstelle;
ξ	=	Widerstandsbeiwert der Atemgasleitung im Bereich zwischen der Druckabgriffsstelle und der Mündung zur Maske ggf. aus Kennfeld;
$p_{\text{soll}}(t)$	=	momentaner statischer Solldruckpegel im Bereich der Atemmaske;
Y	=	Korrekturbeiwert für das Druckspeicherverhalten der Atemgasleitung;

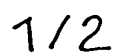
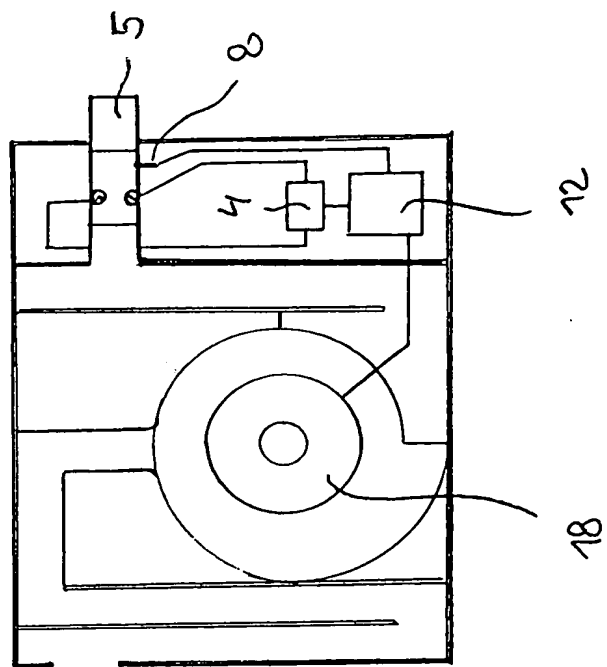


Fig. 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)